

**Direct drive unit using commutatorless electromotor - sets air=fuel mixt. of IC engine using rotary magnet as rotor**

Patent Number: DE4026918  
Publication date: 1992-02-27  
Inventor(s): HAHN WINFRIED (DE)  
Applicant(s):: VDO SCHINDLING (DE)  
Requested Patent: ☐ DE4026918  
Application Number: DE19904026918 19900825  
Priority Number(s): DE19904026918 19900825  
IPC Classification: F02D9/08 ; H02K26/00  
EC Classification: H01F7/14A  
Equivalents:

---

**Abstract**

---

Pole shoes (3-6) establish a magnetically conducting connection to the coil core (2) of the stator (1). The coil (7) is arranged centrally in the stator in a cross-section approximately double T shaped. The pole shoes are aligned to a central plane (9) and the rotary magnet (rotor 11) is arranged with its axis of rotation lying in the central plane.

The stator surrounds the rotor. The rotor has an approximately U-shaped frame of magnetically conducting material, at the opposite lying limbs of which permanent magnetic shells (14, 15) are fitted.

USE/ADVANTAGE - Drive unit, e.g. for adjusting throttle valve in IC engine. Developed so that magnetically effective dia. is related to structural size and wt. is relatively large.

---

Data supplied from the esp@cenet database - I2



①⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 40 26 918 A 1**

⑤① Int. Cl.<sup>5</sup>:  
**H 02 K 26/00**  
F 02 D 9/08

②① Aktenzeichen: P 40 26 918.3  
②② Anmeldetag: 25. 8. 90  
④③ Offenlegungstag: 27. 2. 92

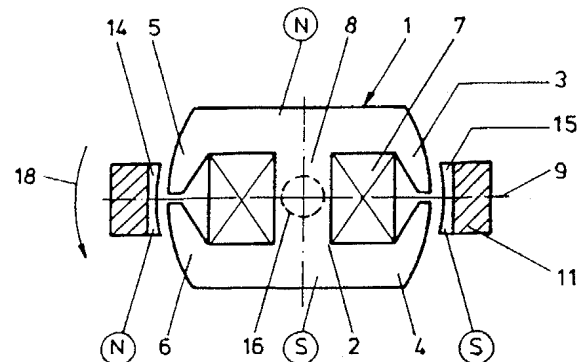
DE 40 26 918 A 1

⑦① Anmelder:  
VDO Adolf Schindling AG, 6000 Frankfurt, DE

⑦② Erfinder:  
Hahn, Winfried, 6250 Limburg, DE

⑤④ Elektromotorische kommutatorlose Direktantriebseinrichtung

⑤⑦ Die Erfindung bezieht sich auf eine elektromotorische kommutatorlose Direktantriebseinrichtung, insbesondere zur Verstellung eines ein Kraftstoff-Luftgemisch eines Verbrennungsmotors beeinflussenden Organs. Sie besitzt einen Drehmagneten 11 als Rotor sowie mit einem Stator, der wenigstens eine Spule 7 auf einem Spulenkern 2 und mit diesem in magnetisch leitfähiger Verbindung stehende Polschuhe 3-6 umfaßt. Die Spule 7 ist auf dem Spulenkern 2 eines in einem Querschnitt annähernd doppel-T-förmigen Stators 1 zentral in dem Stator angeordnet, dessen Polschuhe 3-6 zu einer Mittelebene 9 gerichtet sind, und der Drehmagnet 11, dessen Drehachse 10 in der Mittelebene liegt, umgreift die Spule.



DE 40 26 918 A 1

Die Erfindung betrifft eine elektromotorische kommutatorlose Direktantriebseinrichtung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Derartige bekannte Direktantriebseinrichtungen werden bevorzugt in Kraftfahrzeugen zur Verstellung einer Drosselklappe eines Verbrennungsmotors oder eines sonstigen dessen Kraftstoff-Luftgemisch beeinflussenden Organs verwendet, insbesondere zur Leerlaufregelung. Ein anderer Anwendungsbereich ist die automatische Schlupfregelung in Kraftfahrzeugen, bei der es ebenfalls nur auf eine begrenzte Verstellung des Stellglieds ankommt.

Generell stellen die elektromotorischen kommutatorlosen Direktantriebe eine vorteilhafte Alternative gegen sonst in Steuer- und Regelanlagen von Kraftfahrzeugen verwendete mechanisch oder elektronisch kommutierte Gleichstromgetriebemotoren dar. Die Gleichstromgetriebemotoren wirken in Stellantrieben in der Regel gegen vorgespannte Rückstellfedern, die das System bei Auftreten eines Defekts in eine bestimmte Position bringen sollen, beispielsweise bei einer Drosselklappenregelung in die Leerlaufstellung. Das Getriebe der Gleichstromgetriebemotoren kann bei tiefen Temperaturen infolge der dann höheren Viskosität der Schmierstoffe erhebliche Reibkräfte erzeugen, die durch entsprechend dimensionierte Rückstellfedern überwunden werden müssen. Daraus ergibt sich insgesamt die Forderung nach einer großen Leistungsfähigkeit der Gleichstromgetriebemotoren. Nachteilig ist bei mechanisch kommutierten Gleichstrommotoren weiterhin eine Störanfälligkeit der Kommutierung, wenn der Gleichstrommotor starken Beschleunigungen oder Schwingungen ausgesetzt wird. Störend ist weiterhin der Verschleiß des mechanischen Kommutators, der die Lebensdauer des gesamten Gleichstromgetriebemotors begrenzen kann. Wenn statt der mechanischen Kommutierung eine elektronische Kommutierung verwendet wird, so ist für genau arbeitende Stellantriebe ein hoher Aufwand an Elektronik und Verkabelung vorzusehen. — Wenn bei den Gleichstromgetriebemotoren die durch die Getriebe geschilderten Nachteile hinsichtlich der Rückstellung des Stellantriebs bei niedrigen Temperaturen beseitigt werden sollen, so kann eine zusätzliche Kupplung an dem Stellantrieb vorgesehen sein, welche im Störfalle das Getriebe von den Rückstellfedern entkoppelt. Die Kupplung erfordert jedoch weiteren Bauraum und erhöht die Gesamtkosten des Stellantriebs.

Für begrenzten Stellwinkel wird daher von elektronischen kommutatorlosen Direktantriebseinrichtungen der eingangs genannten Gattung Gebrauch gemacht, die somit ohne Getriebe und ohne Kupplung direkt mit dem zu verstellenden Organ verbunden sein können. Bei zum Stand der Technik gehörenden elektronischen kommutatorlosen Direktantrieben weisen die Antriebe wenigstens eine Spule auf, die außerhalb der Polschuhe des Stators seitlich an diesem angeordnet ist. Eine Variante eines bekannten elektromotorischen kommutatorlosen Direktantriebs hat beispielsweise zwei Spulen in einem annähernd zylindrischen Stator. Jede der beiden Spulen ist auf einem Steg angeordnet, welcher einen Polschuh mit einem äußeren zylindrischen magnetischen Rückschluß verbindet. Ein Eisenkern, der auf zwei gegenüberliegenden Seiten außen mit je einer Magnetschale versehen ist, stellt den Rotor dar, der konzentrisch zu den Polschuhen des Stators drehbar bzw.

schwenkbar gelagert ist. — Nachteilig ist bei diesen bekannten Direktantrieben der im Vergleich zum Außendurchmesser des Antriebs verhältnismäßig kleine magnetisch wirksame Durchmesser des Drehmagneten. Dadurch ist das erzeugbare Drehmoment begrenzt. Zur Erhöhung des Drehmoments ist also eine Vergrößerung des magnetisch wirksamen Durchmessers erforderlich. Dies ist jedoch nur dann sinnvoll, wenn die Bauraumzunahme und die Gewichtszunahme des Drehmagneten geringer als die Zunahme des magnetisch wirksamen Durchmessers sind. Diese Forderung läßt sich mit bekannten Direktantrieben nicht ohne weiteres verwirklichen.

Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine elektromotorische kommutatorlose Direktantriebseinrichtung der eingangs genannten Gattung so weiterzubilden, daß dessen magnetisch wirksamer Durchmesser bezogen auf seine Baugröße und sein Gewicht verhältnismäßig groß ist.

Diese Aufgabe wird durch die Ausbildung der Direktantriebseinrichtung mit den in dem kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1 genannten Merkmalen ermöglicht.

Das Wesen der Erfindung besteht also darin, daß die Spule von dem Stator und dem Rotor umfaßt, d. h. eingeschlossen wird. Der nach diesem Prinzip aufgebaute Direktantrieb mit einer derart zentral angeordneten Spule zur Erzeugung des elektromagnetischen Feldes hat den wesentlichen Vorteil, daß ein hohes Drehmoment bei kleinen Abmessungen und geringem Gewicht des Direktantriebs erzielt wird. Vorteilhaft ist weiter die niedrige elektrische Leistungsaufnahme. Der erfindungsgemäße Direktantrieb hat gute thermische Eigenschaften infolge einer guten Wärmeabfuhr. Die Direktantriebseinrichtung ist außerdem herstellungsgünstig, weil der Spulenkern verhältnismäßig einfach bewickelt werden kann. Die erfindungsgemäße elektromotorische kommutatorlose Direktantriebseinrichtung ermöglicht ohne Getriebe Drehwinkel bis ca.  $\pm 180^\circ$ . Vorteilhaft wird sie in der Leerlaufregelung von Verbrennungsmotoren oder zu einer begrenzten Verstellung eines Stellglieds in einer automatischen Schlupfregelung eines Kraftfahrzeugs eingesetzt.

Nach dem erfindungsgemäßen Prinzip sind sowohl Ausführungsvarianten, bei denen der Stator von dem Rotor umfaßt wird — siehe Anspruch 2 — als auch solche, bei denen der Rotor von dem Stator umfaßt wird — siehe Anspruch 3 — realisierbar. In dem letztgenannten Fall ist der Drehwinkel bzw. Schwenkbereich des Rotors durch den Stator zusätzlich begrenzt. Diese Begrenzung durch Anschlag des Rotors an dem Inneren des Stators kann als Sicherheitsfunktion für Stellglieder genutzt werden, die vorgegebene Auslenkungen nicht überschreiten dürfen.

Der als Rotor wirkende Drehmagnet kann nach Anspruch 4 vorteilhaft einen annähernd U-förmigen Rahmen aus magnetisch leitendem Material aufweisen, an dessen einander gegenüberliegenden Schenkeln je eine Dauermagnetschale angebracht ist. — Der Rahmen dient nicht nur zur Halterung der Dauermagnetschalen, sondern auch zur Führung des magnetischen Flusses als Rückschlußelement. Bei der Ausbildung des Rotors mit dem U-förmigen Rahmen wird der Rotor auf einer Seite fliegend gelagert, siehe Anspruch 10. Diese Ausbildung des Rotors ist insbesondere für die Ausführungsform der Direktantriebseinrichtung nach Anspruch 3 vorgesehen, bei der der Stator den Rotor umfaßt.

In einer Variante kann der annähernd U-förmige Rahmen des Rotors durch einen Steg aus ebenfalls ma-

gnetisch leitendem Material geschlossen sein. Diese Ausbildung des Rotors ist besonders schwingungsfest und damit zum Einsatz in Kraftfahrzeugen geeignet. Durch den Steg wird der U-förmige Rahmen geschlossen. Damit kann der Rahmen beidseitig gemäß Anspruch 11 gelagert werden. Durch die geschlossene Form des Rahmens wird außerdem der magnetische Rückschluß verbessert.

Die Ausführungsform mit dem geschlossenen Rahmen des Rotors kann gemäß Anspruch 6 vorteilhaft als einteiliges gesintertes Teil realisiert werden. Dadurch entfallen Montagearbeiten für eine Anbringung des Stegs an dem Rahmen.

Bei der Ausführungsform nach Anspruch 3, bei welcher der Stator den Rotor umfaßt, ist im einzelnen gemäß Anspruch 7 der Rotor in dem Stator zwischen der Spule und den Polschuhen schwenkbar. Der Rotor ist damit in einem Raum schwenkbar, der mit Ausnahme eines Luftspalts an den Polschuhen geschlossen ist. Die Magnetschalen sind in diesem Fall außen an dem Rotor angebracht, um zu den Polschuhen gerichtet zu sein.

Gemäß Anspruch 8 wird der Spulendraht, der das elektromagnetische Feld erzeugen soll, vorteilhaft auf einen Spulenträger gewickelt, der auf einen zentralen Steg des Stators geschoben ist. Dieser zentrale Steg wird im folgenden auch Spulenkern genannt. Die Bewicklung des Spulenträgers erfolgt dabei herstellungsgünstig nach dessen Montage auf dem Spulenkern. Zur Bewicklung wird der Stator zusammen mit dem Spulenträger gedreht, wobei der Draht während eines Teils der Drehung durch den Luftspalt zwischen den Polschuhen des Stators in dessen Innenraum geführt wird. Der Draht wird dabei mittels einer Vorrichtung in den Stator geführt. Damit erfolgt eine einfache Bewicklung des Spulenträgers ohne Trennung des Stators.

Um den Spulenträger einfach an dem die beiden Polschuhe verbindenden Spulenkern anzubringen, ist der Spulenträger vorteilhaft gemäß Anspruch 9 geteilt. Die Teilung kann so erfolgen, daß der Spulenträger zwei Schalen bildet. Alternativ dazu kann aber der Spulenträger auch aus mehreren Segmenten bestehen, die um den Spulenkern zusammengeschlossen werden.

Um die elektrischen Verluste in der Direktantriebs-einrichtung herabzusetzen, bestehen der Rotor und der Stator vorteilhaft aus einem weichmagnetischen Werkstoff. Insbesondere können hierzu der Rotor und der Stator geblecht sein.

Die Erfindung wird im folgenden anhand einer Zeichnung mit sieben Figuren näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1a einen Schnitt durch eine erste Ausführungsform der Direktantriebseinrichtung,

Fig. 1b eine Draufsicht auf die erste Ausführungsform,

Fig. 2a einen Schnitt durch eine zweite Ausführungsform der Direktantriebseinrichtung,

Fig. 2b eine Draufsicht auf die zweite Ausführungsform nach Fig. 2a,

Fig. 3a einen Schnitt durch eine dritte Ausführungsform,

Fig. 3b eine Draufsicht auf die dritte Ausführungsform nach Fig. 3a und

Fig. 4 einen Schnitt durch einen Stator der ersten und zweiten Ausführungsform im Zustand der Bewicklung.

In Fig. 1 ist mit 1 allgemein ein Stator bezeichnet, der aus einem Spulenkern 2 mit sich daran anschließenden Polschuhen 3-6 besteht. Der Stator ist damit im Querschnitt annähernd doppel-T-förmig, wie in Fig. 1a dargestellt. Die Querschnittsebene ist hier die Ebene ent-

lang der Schnittlinie A-B in Fig. 1b. Aus der Zusammenschau der Fig. 1a und 1b ergibt sich, daß der Stator einen flachen Körper bildet, dessen Flächen mit Ausnahme der Flächen an den Polschuhen 3-6 eben sind und rechtwinklig zueinander stehen. Die Außenflächen der Polschuhe sind hingegen gewölbt.

Eine zur Erzeugung eines elektromagnetischen Feldes in dem Stator vorgesehene Spule umschließt einen mittleren Steg 8 und befindet sich damit vollständig im Inneren des aus dem Steg und den Polschuhen bestehenden Stators.

In einer Mittelebene 9 des Stators liegt eine gedachte Achse 10 eines als Drehmagnet ausgebildeten Rotors, der allgemein mit 11 bezeichnet ist. Der Rotor besteht aus einem annähernd U-förmigen Rahmen 12, siehe Fig. 1b, und einem geraden Steg 13, welcher den U-förmigen Rahmen schließt. Der Steg kann auf den Rahmen aufgeschraubt sein. Aus den Fig. 1a und 1b kann ferner ersehen werden, daß der die beiden Polschuhe des Stators verbindende Steg 8 zylindrisch ist. Gleiches gilt für die Spule 7.

Der Rahmen des Rotors ist innen mit je einer Magnetschale 14, 15 besetzt. Die zu den Polschuhen nach innen gerichtete Fläche jeder Magnetschale ist in dem gleichen Sinne wie die Polschuhe gewölbt. Eine an dem Stator einseitig angebrachte Welle 16 ist auf einer Seite des Stators mit Lagern 17 fliegend gelagert.

Wenn die Spule 7 mit Strom beaufschlagt wird, bildet sich ein elektromagnetisches Feld mit den in Fig. 1a ausgebildeten Polen an dem Stator aus. Zusammenwirkend mit dem Rotor, dessen Pole in Fig. 1a ebenfalls angegeben sind, stellt sich damit ein Drehmoment ein, welches den Rotor in Richtung eines Pfeils 18 zu drehen sucht. Diese Drehbewegung ist auf etwa 180° begrenzt. Da der magnetisch wirksame Durchmesser der beschriebenen Direktantriebseinrichtung groß ist, stellt sich ein verhältnismäßig großes Drehmoment ein.

Die zweite Ausführungsform der Direktantriebseinrichtung nach den Fig. 2a und 2b unterscheidet sich von der ersten beschriebenen Ausführungsform dadurch, daß hier ein rahmenförmiger Rotor 19 aus einem einzigen gesinterten Teil gebildet wird, an dem wiederum die Magnetschalen 14, 15 innen angebracht sind. Es sei bei dieser Gelegenheit bemerkt, daß in sämtlichen Figuren übereinstimmende Teile mit gleichen Bezugszeichen versehen sind.

Eine weitere Abweichung der zweiten Ausführungsform nach den Fig. 2a und 2b gemäß der ersten Ausführungsform nach den Fig. 1a und 1b besteht darin, daß bei der Ausführungsform nach den Fig. 2a und 2b, wie aus 2b ersichtlich, der Stator mittig mittels zwei Wellen 20 und 21 sowie Lagern 22 und 23 gelagert ist, die sämtlich in der gedachten Drehachse 24 liegen. Infolge der Ausbildung des Rotors und dessen Lagerung ist die zweite Ausführungsform besonders schwingungsfest und für den Einsatz in Kraftfahrzeugen geeignet.

Die dritte in den Fig. 3a und 3b gezeigte Ausführungsform der Direktantriebseinrichtung unterscheidet sich von den ersten und zweiten Ausführungsformen dadurch, daß hier innerhalb eines Stators 25 Räume 26 und 27 benachbart Polschuhen 28, 29 bzw. 30, 31 gebildet werden, in denen ein Rotor 32 begrenzt um eine gedachte Drehachse 33 drehen kann. Wie im einzelnen aus Fig. 3a ersichtlich, sind hier Magnetschalen 34, 35 außen auf dem Rotor angebracht, und die dem Rotor zugewandten Flächen der Polschuhe 28-31 sind innen gewölbt. Eine entsprechende Wölbung weist jede Außenfläche einer Magnetschale 34 bzw. 35 zur Bildung

eines gleichmäßigen Luftspalts zu den genannten Polschuhflächen auf.

Die Lagerung des Rotors 32 erfolgt hier wieder auf dessen einen Seite mittels einer Welle 36, die in Lagern 37 fliegend gelagert ist.

Fig. 4 zeigt einen Stator des zu der ersten und der zweiten Ausführungsform verwendeten Typs im Zustand der Bewicklung. In diesem Zustand ist auf den Steg 8 des Stators 1 bereits ein geteilter Spulenträger 38 aufgebracht. Der Spulenträger kann wie die übrigen Teile des Stators aus weichmagnetischem Werkstoff bestehen. Zur Vereinfachung der Montage des Spulenkörpers in dem Stator ist der Spulenkörper durchgehend geschlitzt, um zwei Spulenhälften bzw. -schalen zu bilden. Ein solcher Schlitz ist mit 39 bezeichnet.

Der Bewicklungsvorgang erfolgt in der Weise, daß auf den Spulenkörper in dem Stator 1 Draht 40 aufgewickelt wird, indem der Stator mit dem Spulenkörper in Richtung eines Pfeils 41 gedreht wird. Der Draht wird dabei mittels eines Röhrchens 42 in den Innenraum des rotierenden Stators eingeführt. Dabei befindet sich das Röhrchen in einer Mittelebene 9, welche durch Luftspalte 43, 44 zwischen den Polschuhen hindurchreicht. Der Bewicklungsvorgang wird also durch die Polschuhe infolge deren Luftspalte nicht behindert.

#### Patentansprüche

1. Elektromotorische kommutatorlose Direktantriebseinrichtung, insbesondere zur Verstellung eines ein Kraftstoff-Luftgemisch eines Verbrennungsmotors beeinflussenden Organs, mit einem Drehmagneten als Rotor sowie mit einem Stator, der wenigstens eine Spule auf einem Spulenkern und mit diesem in magnetisch leitfähiger Verbindung stehende Polschuhe umfaßt, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Spule (7) auf dem Spulenkern (2) eines in einem Querschnitt annähernd doppel-T-förmigen Stators (1; 25) zentral in dem Stator angeordnet ist, dessen Polschuhe (3-6; 28-31) zu einer Mittelebene (9) gerichtet sind, und daß der Drehmagnet (Rotor 11; 19; 32), dessen Drehachse (10) in der Mittelebene liegt, die Spule umgreift.
2. Elektromotorische kommutatorlose Direktantriebseinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Rotor (11; 19) den Stator (1) umgreift.
3. Elektromotorische kommutatorlose Direktantriebseinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Stator (25) den Rotor (32) umfaßt.
4. Elektromotorische kommutatorlose Direktantriebseinrichtung nach einem der Ansprüche 1-3, dadurch gekennzeichnet, daß der Drehmagnet (Rotor 11) einen annähernd U-förmigen Rahmen aus magnetisch leitendem Material aufweist, an dessen einander gegenüberliegenden Schenkeln je eine Dauermagnetschale (14, 15) angebracht ist.
5. Elektromotorische kommutatorlose Direktantriebseinrichtung nach einem der Ansprüche 1, 2 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß der annähernd U-förmige Rahmen des Drehmagneten (Rotor 11) durch einen Steg (13) aus magnetisch leitendem Material geschlossen ist.
6. Elektromotorische kommutatorlose Direktantriebseinrichtung nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Drehmagnet (Rotor 19) mit Ausnahme der Dauermagnetschalen als einteil-

liges gesintertes Teil ausgebildet ist.

7. Elektromotorische kommutatorlose Direktantriebseinrichtung nach einem der Ansprüche 1, 2, 4-6, dadurch gekennzeichnet, daß der Drehmagnet (32) in dem Stator (25) in Räumen (26, 27) zwischen der Spule (7) und den Polschuhen (28-31) schwenkbar ist.

8. Elektromotorische kommutatorlose Direktantriebseinrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Spulendraht auf einen Spulenträger (38) gewickelt ist, der einen zentral zwischen den Polschuhen (3-6; 28-31) angeordneten Spulenkern (2) umschließt.

9. Elektromotorische kommutatorlose Direktantriebseinrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Spulenträger (38) geteilt ist.

10. Elektromotorische kommutatorlose Direktantriebseinrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Rotor (11) einseitig fliegend gelagert ist.

11. Elektromotorische kommutatorlose Direktantriebseinrichtung nach einem der Ansprüche 1, 2, 4-6, dadurch gekennzeichnet, daß der Rotor (19) beidseitig gelagert ist.

12. Elektromotorische kommutatorlose Direktantriebseinrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Rotor (11; 19; 32) und der Stator (1; 25) aus einem weichmagnetischen Werkstoff bestehen.

13. Elektromotorische kommutatorlose Direktantriebseinrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Rotor und der Stator geblecht sind.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

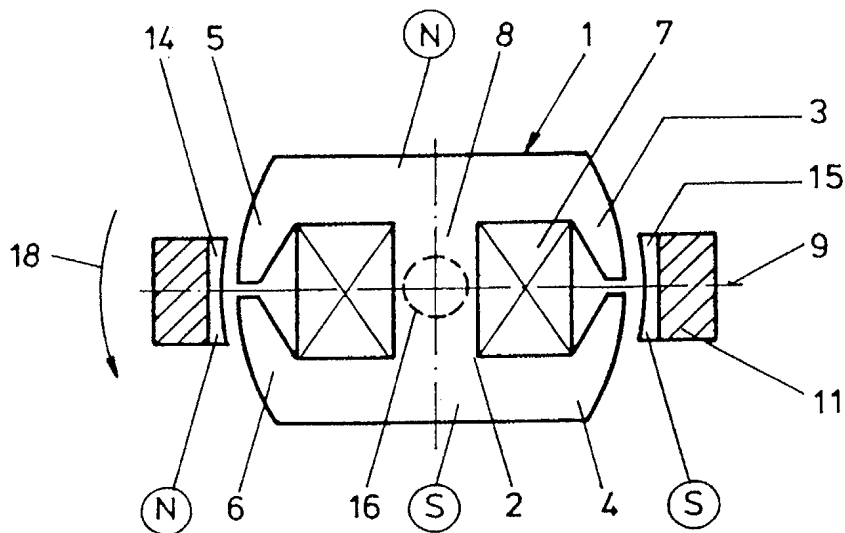


Fig. 1a

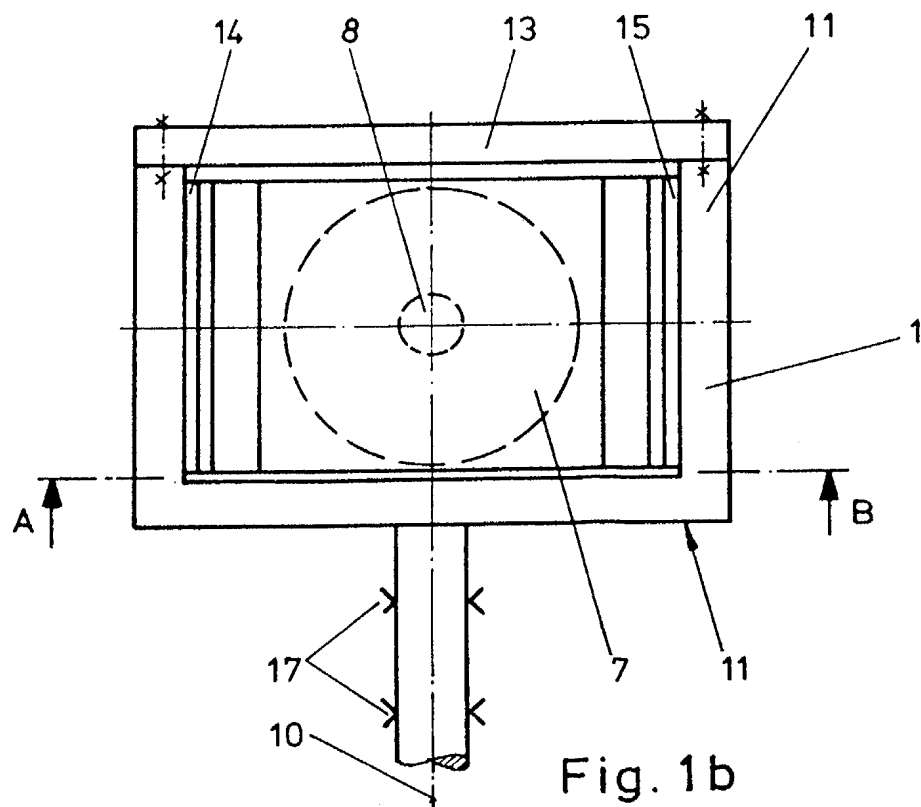


Fig. 1b

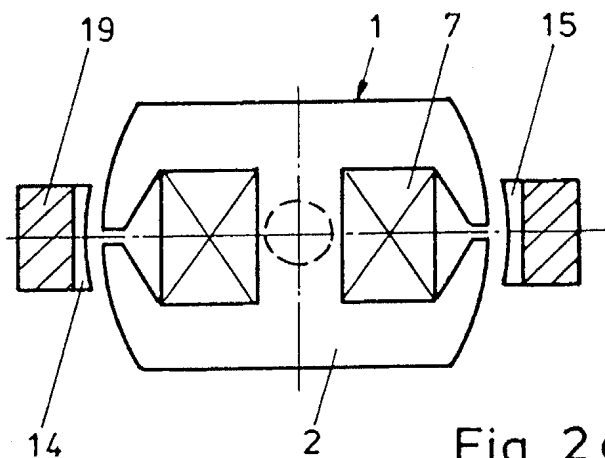


Fig. 2a

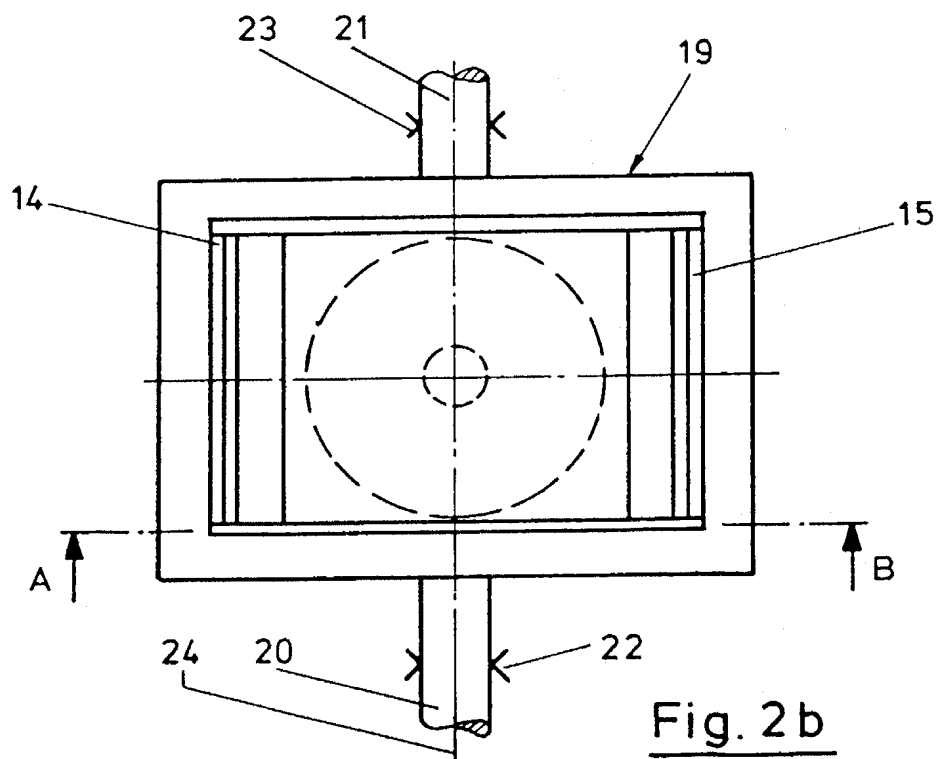


Fig. 2b

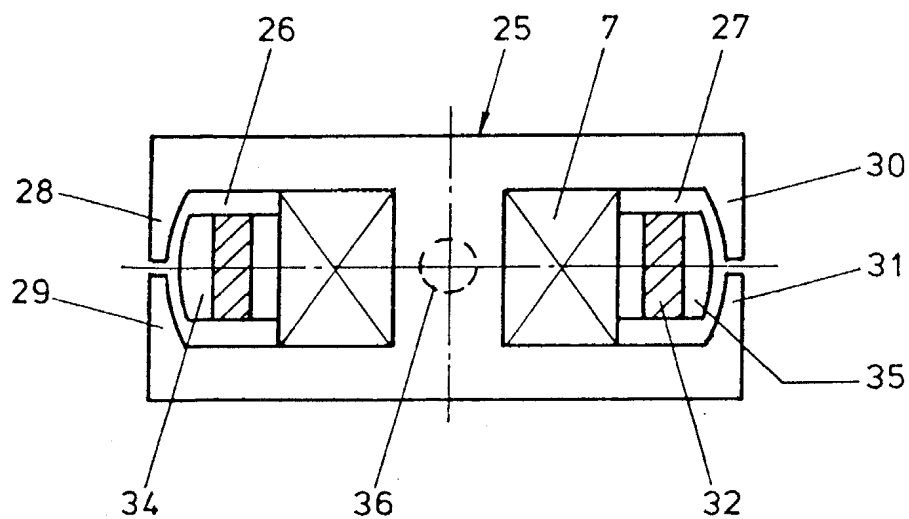


Fig. 3a

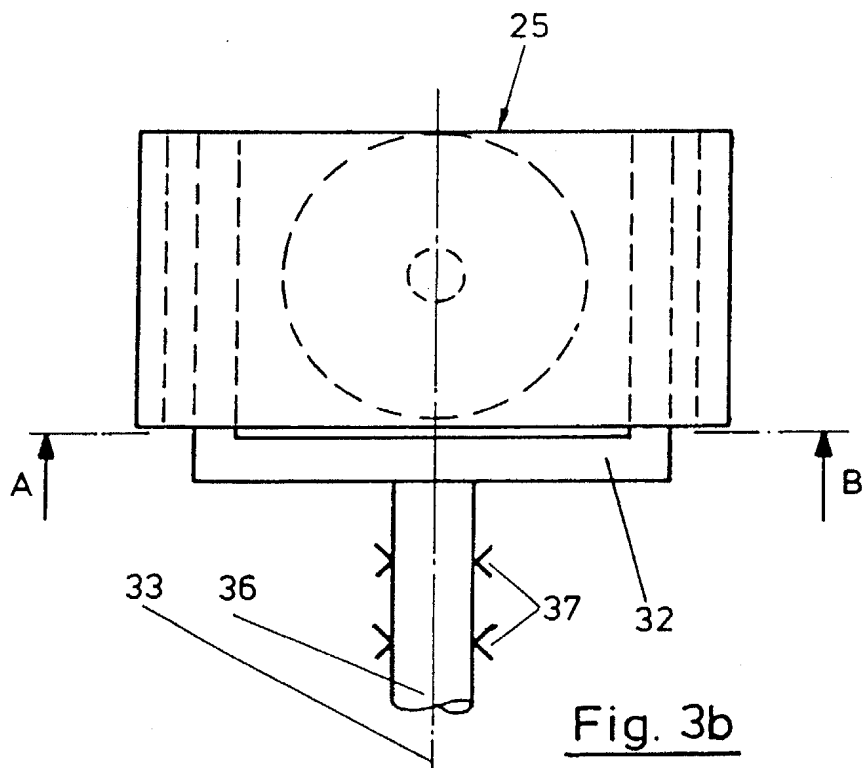


Fig. 3b



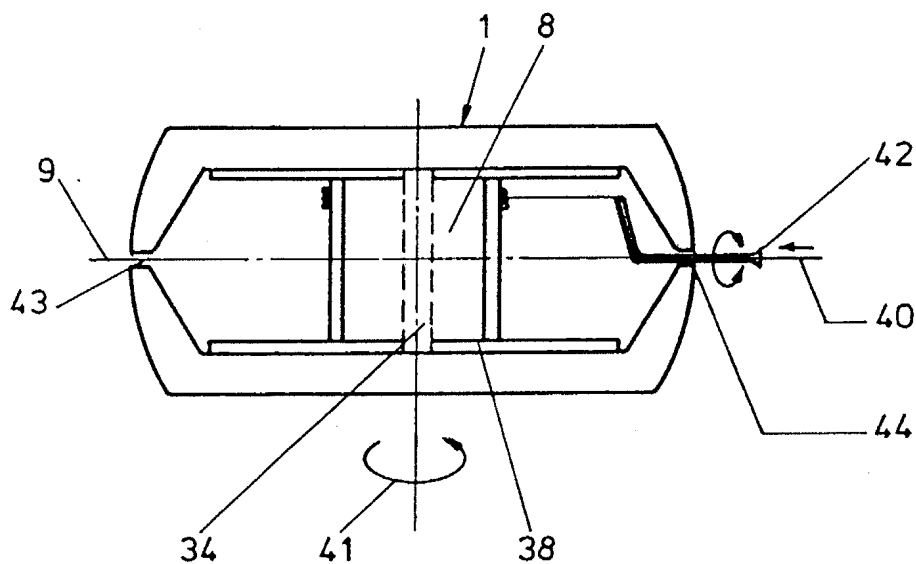


Fig. 4